ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:201711.00791v1

复合益生菌对乳鸽生长性能、屠宰性能、免疫器官指数和血清生化指标的影响[1]

陈晓帅[1] 杨海明[1*] 孟 俊[2] 王志跃[1] 周 慧[2] 杨征烽[3]

（1.扬州大学动物科学与技术学院，扬州 225009；2.江苏翠谷鸽业有限公司，南京 211131；

3.江苏农牧科技职业学院，泰州 225300）

摘 要：本试验旨在研究复合益生菌对乳鸽生长性能、屠宰性能、免疫器官指数和血清生化指标的影响。选取 72 对种鸽和 144 只 1 日龄乳鸽，乳鸽称量初始体重后随机分成 4 个组，每个组 6 个重复，每个重复 3 对种鸽及 6 只乳鸽。在饲喂相同基础饲粮的同时，对照组补饲保健砂，I组补饲保健砂+复合菌I（嗜酸乳杆菌+乳双歧杆菌），Ⅱ组补饲保健砂+复合菌II（乳双歧杆菌+粪肠球菌），III组补饲保健砂+复合菌III（嗜酸乳杆菌+粪肠球菌）。试验期 28 d。结果表明：与对照组相比，1）在生长性能方面，II组显著提高了乳鸽的 28 日龄体重和平均日增重（$P<0.05$）。2）在屠宰性能方面，II组显著提高了乳鸽的屠宰率、半净膛率和全净膛率（$P<0.05$）；I组和III组显著降低了乳鸽的腹脂率（$P<0.05$）。3）在免疫器官指数方面，II组显著提高了乳鸽的胸腺指数（$P<0.05$）。4）在血清生化指标方面，I组和III组显著降低了乳鸽血清中总蛋白和球蛋白的含量（$P<0.05$）；I组、Ⅱ组和III组均显著降低了乳鸽血清中肌酐的含量（$P<0.05$）；II组和III组显著降低了乳鸽血清中甘油三酯的含量（$P<0.05$）；II组显著增加了乳鸽血清中高密度脂蛋白的含量（$P<0.05$）。综上所述，保健砂中添加复合益生菌改善了乳鸽的生长性能、屠宰性能、免疫器官指数和血清生化指标。

关键词：复合益生菌；乳鸽；生长性能；血清生化指标

中文分类号：S836　　　　文献标识码：　　　　文章编号：

益生菌是定植于动物肠道和生殖系统内，能够产生确切健康功效的活性有益微生物（细菌或者酵母）的总称[1]，在动物体内发挥着极其重要的作用。饲粮中添加适量的益生菌能够改善宿主肠道的菌群平衡，提高动物的生长性能，增强机体的免疫力，从而促进动物健康生长。Mokhtar[2]的研究结果显示，饲粮中添加乳酸菌培养物，显著降低了肉鸡的死亡率。Li

收稿日期：2017-01-29

基金项目：江苏省农业三新工程项目（SXGC[2015]071）

作者简介：陈晓帅（1991-），男，河南鹤壁人，硕士研究生，从事家禽生产研究。E-mail: 1275578571@qq.com

*通信作者：杨海明，教授，硕士生导师，E-mail: yhmdlp@qq.com

等[3]在饲粮中添加嗜酸乳杆菌，结果表明，嗜酸乳杆菌显著提高了肉鸡的生长性能。Mountzouris 等[4]的研究结果表明，饲粮中添加复合益生菌，显著提高了肉鸡的生长性能和肠道消化酶活性。常见的益生菌包括乳杆菌属、双歧杆菌属、肠球菌属等，并且益生菌的研究多集中在肉鸡[5]、猪[6]和牛[7]上，在乳鸽上的研究鲜见报道。本研究在保健砂中添加不同复合益生菌，研究其对乳鸽的生长性能、屠宰性能、免疫器官指数和血清生化指标的影响，为益生菌在乳鸽生产中的应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

嗜酸乳杆菌和粪肠球菌购自北京千棵竹生物科技有限公司，乳双歧杆菌购自山东中科嘉亿生物工程有限公司。经实测，嗜酸乳杆菌、粪肠球菌和乳双歧杆菌的活菌数分别为 1×10^{10}、1.3×10^{11} 和 1.5×10^{10} CFU/g。试验种鸽及乳鸽由江苏翠谷鸽业有限公司提供，所用品种为白羽王鸽。

1.2 试验设计

试验选取相同繁殖周期的种鸽 72 对和同日出雏的乳鸽 144 只，每对种鸽哺育 2 只乳鸽，乳鸽称量初始体重后随机分成 4 个组，每个组 6 个重复，每个重复 3 对种鸽及 6 只乳鸽。试验期为 28 d。在饲喂相同基础饲粮的同时，对照组补饲保健砂，I组补饲保健砂+复合菌I（嗜酸乳杆菌 6×10^7 CFU/g+乳双歧杆菌 6×10^7 CFU/g），II 组补饲保健砂+复合菌II（乳双歧杆菌 6×10^7 CFU/g+粪肠球菌 6×10^7 CFU/g），III组补饲保健砂+复合菌III（嗜酸乳杆菌 6×10^7 CFU/g+粪肠球菌 6×10^7 CFU/g）。肉鸽平均每天摄入的保健砂约占饲粮总量的 5%。基础饲粮组成及营养水平见表 1，保健砂组成及营养水平见表 2。

表 1 基础饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1 Composition and nutrient levels of the basal diet (air-dry basis) %

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
玉米 Corn	57.9
豌豆 Pea	35.0
小麦 Wheat	7.1
合计 Total	100.0
营养水平 Nutrient levels	
代谢能 ME/(MJ/kg)	12.69
粗蛋白质 CP	14.77

chinaXiv:201711.00791v1

钙 Ca	0.06
总磷 TP	0.27
赖氨酸 Lys	0.62
蛋氨酸 Met	0.40

营养水平均为计算值。Nutrient levels were calculated values.

表2 保健砂组成及营养水平

Table 2 Composition and nutrient levels of the health care sand %

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	17
贝壳粉 Shell meal	17
中粗砂 Medium coarse sand	38
食盐 NaCl	5
预混料 Premix[1)]	20
强补维他 Strong complement vitamin[2)]	2
鱼肝油 Cod-liver oil[3)]	1
合计 Total	100
营养水平 Nutrient levels[4)]	
钙 Ca	10.84
总磷 TP	3.87
赖氨酸 Lys	0.07
蛋氨酸 Met	0.09

1) 预混料为每千克保健砂提供 Premix provided the following per kg of the health care sand: VA 250 000 IU，VD_3 82 500 IU，VE 300 IU，VK 40 mg，VB_1 20 mg，VB_2 170 mg，泛酸钙 pantothenic acid calcium 1000 mg，烟酸 nicotinic acid 650 mg，VB_6 160 mg，VB_{12} 100 mg，生物素 biotin 40 mg，Fe 1 200 mg，Cu 160 mg，Zn 66 mg，Mn 1 320 mg，Se 6 mg，I 20 mg；

2)强补维他为每千克保健砂提供 Strong complement vitamin provided the following per kg of the health care sand: VA 640 000 IU，VD_3 60 000 IU，VE 130 IU，VK_3 50 mg，VB_1 30 mg，VB_2 60 mg，泛酸钙 pantothenic acid calcium 300 mg，烟酸 nicotinic acid 700 mg，VB_6 40 mg，VB_{12} 0.1 mg。

3)鱼肝油为每千克保健砂提供 Cod-liver oil provided the following per kg of the health care sand: VA 300 000 IU，VD_3 30 000 IU，VE 300 IU，VC 1 g；

4) 营养水平均为计算值。Nutrient levels were calculated values.

1.3 饲养管理

饲养试验在江苏翠谷鸽业有限公司进行，采用单笼饲养方式，每对种鸽哺育 2 只乳鸽。

chinaXiv:201711.00791v1

自由采食和饮水，自由采食保健砂，自然光照。每天定时进入鸽舍巡视和打扫卫生。

1.4 测试指标与方法

1.4.1 生长性能测定

分别于试验开始第 1 天和第 28 天对乳鸽进行称重，以每个重复为单位，计算各组平均日增重（ADG）。

1.4.2 屠宰性能测定

试验开始第 28 天，称量乳鸽活重、屠体重、半净膛重、全净膛重、胸肌重、腿肌重和腹脂重，并计算屠宰率、半净膛率、全净膛率、胸肌率、腿肌率和腹脂率[8]。

1.4.3 免疫器官指数测定

试验开始第 28 天，以重复为单位，每个重复选取接近于平均体重的乳鸽 1 只，屠宰，摘取脾脏、法氏囊、胸腺，称量重量并计算免疫器官指数。

免疫器官指数（%）=[免疫器官重量(g)/活重(g)]×100。

1.4.4 血清生化指标测定

试验采用 UniCel DxC800 全自动生化分析仪测定血清总蛋白（TP）、球蛋白（GLO）、肌酐（CREA）、尿素氮（UN）、葡萄糖（GLU）、总胆固醇（TCHO）、甘油三酯（TG）、高密度脂蛋白（HDL）和低密度脂蛋白（LDL）含量。

1.5 数据统计分析

使用 Excel 2007 软件对原始数据进行处理，采用 SPSS 20.0 统计软件进行单因素方差分析（one-way ANOVA），并采用 LSD 法进行多重比较，结果以“平均值±标准差”来表示，以 P<0.05 作为差异显著性判断标准。

2 结果与分析

2.1 复合益生菌对乳鸽生长性能的影响

由表 3 可见，各组乳鸽 1 日龄体重差异不显著（P>0.05）。与对照组相比，II组显著提高了乳鸽的 28 日龄体重和 ADG（P<0.05），I组和III组乳鸽的 28 日龄体重和 ADG 无显著差异（P>0.05）。

表 3 复合益生菌对乳鸽生长性能的影响

Table 3 Effects of compound probiotics on growth performance of squabs g

chinaXiv:201711.00791v1

项目 Items	组别 Groups			
	对照 Control	I	II	III
1 日龄体重 Body weight at 1 days of age/g	14.78±1.39	14.56±1.48	15.15±1.51	14.96±1.48
28 日龄体重 Body weight at 28 days of age/g	450.93±26.00[b]	464.56±30.15[ab]	468.27±34.42[a]	461.48±29.80[ab]
平均日增重 Average daily gain/(g/d)	15.58±1.44[b]	15.75±1.52[ab]	16.04±1.72[a]	15.93±1.65[ab]

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著（P<0.05），相同或无字母表示差异不显著（P>0.05）。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference (P<0.05), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (P>0.05). The same as below.

2.2 复合益生菌对乳鸽屠宰性能的影响

由表 4 可见，与对照组相比，II组显著提高了乳鸽的屠宰率、半净膛率和全净膛率（P<0.05），I组和III组显著降低了乳鸽的腹脂率（P<0.05）。与I组相比，II组显著提高了乳鸽的半净膛率和全净膛率（P<0.05）。由上述结果可知，保健砂中添加复合益生菌改善了乳鸽的屠宰性能。

表 4 复合益生菌对乳鸽屠宰性能的影响

Table 4 Effects of compound probiotics on slaughter performance of squabs %

项目 Items	组别 Groups			
	对照 Control	I	II	III
屠宰率 Slaughter rate	81.20±1.76[a]	81.08±1.22[ab]	84.00±1.97[b]	82.10±2.52[ab]
半净膛率 Semi-eviscerated rate	74.83±1.62[a]	74.49±1.17[a]	77.16±1.59[b]	75.27±2.20[ab]
全净膛率 Eviscerated rate	65.53±1.87[a]	65.71±1.55[a]	68.29±1.63[b]	66.77±2.18[ab]
胸肌率 Breast muscle rate	22.04±1.75	22.62±1.63	21.99±1.78	22.20±1.99
腿肌率 Leg muscle rate	7.28±0.65	7.17±0.25	7.54±0.75	7.64±0.64
腹脂率 Abdominal fat rate	2.18±0.57[a]	1.70±0.34[b]	1.80±0.32[ab]	1.75±0.29[b]

chinaXiv:201711.00791v1

2.3 复合益生菌对乳鸽免疫器官指数的影响

由表 5 可见，与对照组相比，II组显著提高了乳鸽的胸腺指数（$P<0.05$）。与III组相比，II组显著提高了乳鸽的胸腺指数（$P<0.05$）。由上述结果可知，复合菌II显著刺激了乳鸽胸腺的发育，增强了机体的免疫力。

表 5 复合益生菌对乳鸽免疫器官指数的影响

Table 5 Effects of compound probiotics on immune organ index of squabs %

项目 Items	组别 Groups			
	对照 Control	I	II	III
脾脏指数 Spleen index	0.82±015	0.90±0.16	0.88±0.17	0.89±0.16
法氏囊指数 Bursal index	1.43±0.36	1.56±0.27	1.71±0.29	1.69±0.18
胸腺指数 Thymus index	3.28±1.28[a]	4.06±2.46[ab]	5.28±1.75[b]	3.30±0.96[a]

2.4 复合益生菌对乳鸽血清生化指标的影响

由表 6 可见，与对照组相比，I组和III组显著降低了乳鸽血清中 TP 和 GLO 的含量（$P<0.05$）；I组、II组和III组显著降低了乳鸽血清中 CREA 的含量（$P<0.05$）；II组和III组显著降低了乳鸽血清中 TG 的含量（$P<0.05$）；II组显著增加了乳鸽血清中 HDL 的含量（$P<0.05$）。与I组相比，II组显著增加了乳鸽血清中 HDL 的含量（$P<0.05$）。由上述结果可知，复合益生菌组改善了乳鸽的血清生化指标。

表 6 复合益生菌对乳鸽血清生化指标的影响

Table 6 Effects of compound probiotics on serum biochemical indexes of squabs

项目 Items	组别 Groups			
	对照 Control	I	II	III
总蛋白 TP/(g/L)	27.38±3.58[a]	23.05±2.26[b]	25.13±2.89[ab]	23.55±2.26[b]
球蛋白 GLO/(g/L)	18.73±3.40[a]	15.03±0.85[b]	16.22±1.96[ab]	15.48±2.14[b]
肌酐 CREA/（g/L）	16.67±4.18[a]	12.33±2.16[b]	12.33±1.37[b]	12.50±1.22[b]
尿素氮 UN/(mmol/L)	0.75±0.14	0.52±0.22	0.65±0.15	0.68±0.18
葡萄糖 GLU/(mmol/L)	16.63±0.70	16.88±1.60	16.39±1.05	16.32±0.68
总胆固醇 TCHO/(mmol/L)	7.50±0.76	7.32±0.59	8.33±1.30	7.59±0.62
甘油三酯 TG/(mmol/L)	2.71±0.57[a]	2.23±0.81[ab]	1.90±0.44[b]	1.86±0.38[b]
高密度脂蛋 HDL/(mmol/L)	4.08±0.51[a]	3.98±0.56[a]	4.90±0.67[b]	4.47±0.37[ab]
低密度脂蛋白 LDL/(mmol/L)	1.40±0.19	1.27±0.23	1.49±0.37	1.21±0.23

3 讨 论

chinaXiv:201711.00791v1

3.1 复合益生菌对乳鸽生长性能的影响

益生菌能够在肠道生长定植，产生大量的营养物质参与机体的生长代谢，有利于改善机体对营养物质的消化和吸收，促进家禽的生长发育。在动物生长发育早期，消化道菌群还未完全定植，是处于动态变化中的，因此尽早使用益生菌能够促进机体肠道建立起更有利于机体生长的肠道菌群，从而促进动物机体健康生长[9]。益生菌进入肠道后，发酵底物产生的短链脂肪酸和维生素等参与了家禽的营养代谢[10-11]，此外，益生菌对消化酶的活性也能产生显著影响，奚雨萌等[12]的研究结果表明，在青脚麻鸡饲粮中添加益生菌及有机酸复合制剂，可以增强消化酶活性。Wang 等[13]的研究结果显示，饲粮中添加益生菌显著提高了肉仔鸡胰淀粉酶和胰蛋白酶的活性。这些因素都可能是益生菌促进家禽生长的原因，从本试验结果可以看出，保健砂中添加复合益生菌显著提高了乳鸽的 28 日龄体重和 ADG，这与陆银等[14]的研究结果类似。

3.2 复合益生菌对乳鸽屠宰性能的影响

屠宰性能是评定肉用动物生长性能的重要指标，它反映了营养物质在不同组织及同一组织不同部位中沉积量的差异[15]。本试验结果表明，保健砂中添加乳双歧杆菌和粪肠球菌组成的复合益生菌显著提高了乳鸽的屠宰率、半净膛率和全净膛率，这可能是因为保健砂中的益生菌进入消化道后，发酵底物产生的营养物质及消化酶促进了乳鸽的消化和吸收，从而提高了乳鸽的屠宰率、半净膛率和全净膛率。黄金华等[16]研究了复合益生菌对肉鸡屠宰性能的影响，结果表明，复合益生菌显著提高了肉鸡的半净膛率和全净膛率，这与本试验的结果相似。本试验中由嗜酸乳杆菌和乳双歧杆菌以及嗜酸乳杆菌和粪肠球菌组成的复合益生菌显著降低了乳鸽的腹脂率，这可能是由于复合益生菌改变了乳鸽肠道中的微生物菌群，从而降低了腹脂的沉积，具体机理有待进一步研究。

3.3 复合益生菌对乳鸽免疫器官指数的影响

脾脏、法氏囊和胸腺是家禽主要的免疫器官，参与机体的细胞免疫和体液免疫。脾脏是家禽最大的外周免疫器官，参与机体的非特异性免疫和特异性免疫。法氏囊是家禽特有的免疫器官，可以产生 B 淋巴细胞，对机体产生特异的免疫应答。胸腺是家禽 T 淋巴细胞分化成熟的地方，是机体细胞免疫的中枢器官。有研究表明，脾脏、法氏囊和胸腺的重量和相对重量越大，表示家禽的免疫机能越高[17]。陈功义等[18]的研究结果显示，通过注射器给乳鸽

chinaXiv:201711.00791v1

chinaXiv:201711.00791v1

灌注乳酸菌显著提高了乳鸽的胸腺指数和法氏囊指数。李可等[19]的研究结果表明，饲粮中添加益生菌显著提高了肉仔鸡的脾脏指数和法氏囊指数。本试验的研究结果表明，保健砂中添加复合益生菌提高了乳鸽的胸腺指数。这可能是因为益生菌与宿主的上皮层相互作用后，将免疫细胞召集到感染部位而诱导特异性免疫指标物质的产生，从而使特意的免疫器官得到了发育，促使机体免疫增强。益生菌对免疫器官的促进作用的具体原因还需进一步探究。

3.4　复合益生菌对乳鸽血清生化指标的影响

血清生化指标的改变反映了机体新陈代谢的变化。血清中 TP 的含量反映了动物机体对蛋白质吸收和代谢的能力，而血清中 GLO 的含量和机体免疫有很大关系。余祖华等[20]的研究结果显示，饲粮中添加植物乳杆菌显著降低了蛋鸡血清中 TP 的含量。本试验的研究结果也表明，保健砂中添加复合益生菌，显著降低了乳鸽血清中 TP 的含量，产生这样的结果可能是因为益生菌调节了乳鸽的分泌系统，促进了生长激素的分泌，从而加快了蛋白质在体内沉积。本试验结果还表明，添加复合益生菌降低了乳鸽血清中 GLO 的含量，产生这样的结果可能与乳鸽消除侵入体内的异物的能力有关，具体原因还需进一步研究。CREA 是禽类蛋白质代谢的终产物之一，血清中 CREA 含量的多少间接反映了禽类利用蛋白质和氨基酸的能力。从本试验的结果可以看出，保健砂中添加复合益生菌显著降低了血清中 CREA 的含量，说明益生菌促进了乳鸽对蛋白质和氨基酸的利用率。血清中 TG 和 HDL 的含量反映了机体脂类代谢的情况，血清中 TG 含量的升高是一些疾病发生的诱因之一，血清中 HDL 的含量反映了机体心血管健康的情况，其含量的增加有助于清除血管内多余的胆固醇，从而更有利于心血管健康。Song 等[21]的研究结果表明，饲粮中添加粪肠球菌显著降低了肉鸡血清中 TG 的含量，并且显著增加了血清中 HDL 的含量。本试验的研究结果也表明，保健砂中添加复合益生菌降低了乳鸽血清中 TG 的含量。

4　结　论

保健砂中添加复合益生菌改善了乳鸽的生长性能、屠宰性能、免疫器官指数和血清生化指标。

参考文献：

[1] 高侃,汪海峰,章文明,等.益生菌调节肠道上皮屏障功能及作用机制[J].动物营养学

报,2013,25(9):1936–1945.

[2] MOKHTAR F.Effects of *Lactobacillus cultures* as probiotic on blood parameters,plasma enzymes activities and mortality in broiler chicken[J].Research Journal of Animal Sciences,2013,7(4/5/6):77–81.

[3] LI Y B,XU Q Q,YANG C J,et al.Effects of probiotics on the growth performance and intestinal micro flora of broiler chickens[J].Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences,2014,27(3 Suppl):713–717.

[4] MOUNTZOURIS K C,TSIRTSIKOS P,KALAMARA E,et al.Evaluation of the Efficacy of a probiotic containing *Lactobacillus*,*Bifidobacterium*,*Enterococcus*,and *Pediococcus* Strains in promoting broiler performance and modulating cecal microflora composition and metabolic activities[J].Poultry Science,2007,.86(2):309–317.

[5] MOUNTZOURIS K C,TSITRSIKOS P,PALAMIDI I,et al.Effects of probiotic inclusion levels in broiler nutrition on growth performance,nutrient digestibility,plasma immunoglobulins,and cecal microflora composition[J].Poultry Science,2010,89(1):58–67.

[6] LAN R X,LEE S I,KIM I H.Effects of multistrain probiotics on growth performance,nutrient digestibility,blood profiles,faecal microbial shedding,faecal score and noxious gas emission in weaning pigs[J].Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition,2016,100(6):1130–1138.

[7] DENG Q,ODHIAMBO J F,FAROOQ U,et al.Intravaginal probiotics modulated metabolic status and improved milk production and composition of transition dairy cows[J].Journal of Animal Science,2016,94(2):760–770.

[8] 杨宁.家禽生产学[M].2 版.北京:中国农业出版社,2010:287–288.

[9] FRECE J,KOS B,SVETEC I K,et al.Synbiotic effect of *Lactobacillus helveticus* M92 and prebiotics on the intestinal microflora and immune system of mice[J].Journal of Dairy Research,2009,76(1):98–104.

[10] MOLINA V C,MÉDICI M,TARANTO M P,et al.*Lactobacillus reuteri* CRL 1098 prevents side effects produced by a nutritional vitamin B_{12} deficiency[J].Journal of Applied

chinaXiv:201711.00791v1

ChinaXiv合作期刊

Microbiology,2009,106(2):467–473.

[11] JAYASHREE S,JAYARAMAN K,KALAICHELVAN G.Isolation,screening and characterization of riboflavin producing lactic acid bacteria from Katpadi,Vellore district[J].Recent Research in Science and Technology,2010,2(1):83–88.

[12] 奚雨萌,吴凡,杨榛,等.益生菌及有机酸复合制剂对青脚麻鸡生长性能、屠宰性能、肉品质及消化代谢的影响[J].中国家禽,2014,36(24):30–37.

[13] WANG Y B,XU Z R.Effect of probiotics for common carp (*Cyprinus carpio*) based on growth performance and digestive enzyme activities[J].Animal Feed Science and Technology,2006,127(3/4):283–292.

[14] 陆银,武旭峰,费拥军,等.复合益生菌对肉仔鸡的生长性能及屠体品质的影响[J].中国畜牧杂志,2013,49(1):50–53.

[15] 蔡中梅,王志跃,杨海明,等.巨大芽孢杆菌对 1~70 日龄扬州鹅生长性能、屠宰性能、脏器指数及血清生化指标的影响[J].动物营养学报,2016,28(3):788–796.

[16] 黄金华,李泰佑,王士长,等.复合益生菌制剂对肉鸡生长性能、屠宰性能和肌肉品质的影响[J].畜牧与饲料科学,2014,35(5):30–33.

[17] RIVAS A L,FABRICANT J.Indications of immunodepression in chickens infected with various strains of Marek's disease virus[J].Avian Diseases,1988,32(1):1–8.

[18] 陈功义,郝振芳.乳酸菌微生态制剂对白羽王鸽生产性能及免疫机能的影响[J].动物营养学报,2015,27(8):2450–2455.

[19] 李可,罗建杰,孟昆,等.益生菌对肉仔鸡生产性能、胴体性状、免疫功能和肉品质的影响[J].动物营养学报,2015,27(9):2903–2910.

[20] 余祖华,丁轲,丁盼盼,等.植物乳杆菌 DPP8 对蛋鸡生产性能、血清生化指标和蛋品质的影响[J].中国兽医学报,2016,36(9):1608–1613,1642.

[21] SONG D,WANG Y W,HOU Y J,et al.The effects of dietary supplementation of microencapsulated *Enterococcus faecalis* and the extract of *Camellia oleifera* seed on growth performance,immune functions,and serum biochemical parameters in broiler chickens[J].Journal of Animal Science,2016,94(8):3271–3277.

chinaXiv:201711.00791v1

ChinaXiv合作期刊

Effects of Compound Probiotics on Growth Performance, Slaughter Performance, Immune Organ Index and Serum Biochemical Parameters of Squabs

CHEN Xiaoshuai[1] YANG Haiming[1*] MENG Jun[2] WANG Zhiyue[1] ZHOU Hui[2] YANG Zhengfeng[3]

（1. *College of Animal Science and Technology, Yangzhou University, Yangzhou* 225009, *China;* 2. *Jiangsu Cuigu Pigeon Industry Limited Liability Company, Nanjing* 211131, *China;* 3. *Jiangsu Agri-animal Husbandry Vocational College*, *Taizhou* 225300, *China*）

Abstract: This experiment was conducted to investigate the effects of compound probiotics on growth performance, slaughter performance, immune organ index and serum biochemical parameters of squabs. 72 pairs of breeding pigeons and 144 squabs were selected and randomly divided into 4 groups with 6 replicates per group and 3 pairs of breeding pigeons and 6 squabs per replicate. In fed the same basal diet at the same time, the control group was fed the health care sand, groups Ⅰ, Ⅱ and Ⅲ were fed the health care sand with compound probiotics I (*Lactobacillus acidophilus*+*Bifidobacterium lactis*), compound probiotics II (*Bifidobacterium lactis*+*Enterococcus faecalis*) and compound probiotics III (*Lactobacillus acidophilus*+*Enterococcus faecalis*), resperctively. The experiment lasted for 28 days. The results showed as follows: compared with the control group, 1) in the aspect of growth performance, group II significantly increased the body weight at 28 days of age and the average daily gain of squabs ($P<0.05$). 2) In the aspect of slaughter performance, group II significantly increased the slaughter rate, semi-eviscerated rate and eviscerated rate of squabs ($P<0.05$), group I and group III significantly reduced the abdominal fat rate of squabs ($P<0.05$)). 3) In the aspect of immune function, group II significantly increased thymus index of squabs ($P<0.05$). 4) In the aspect of serum biochemical index, group I and group III significantly reduced the content of total protein and globulin in serum of squabs ($P<0.05$), group I, group II and group III significantly reduced the serum creatinine content of squabs ($P<0.05$), group II and group III significantly reduced the serum triglycerides content of squabs ($P<0.05$), group II significantly increased the serum high

chinaXiv:201711.00791v1

ChinaXiv合作期刊

density lipoprotein content of squabs ($P<0.05$). In summary, compound probiotics added in the health care sand can improve the growth performance, slaughter performance, immune organ index and serum biochemical index of squabs.

Key words: compound probiotics; squabs; growth performance; serum biochemical index

---

*Corresponding author, professor, E-mail: yhmdlp@qq.com　（责任编辑　武海龙）

chinaXiv:201711.00791v1